# In situ Machine Terre (vol.2)

# Tremblements de Terre

**PRÉSENTATION DE LA VIDÉO ..... 2**
Générique ..... 2
In situ, mode d'emploi ..... 4
**CONTENUS ..... 5**
Disciplines, classes et programmes ..... 5
Objectifs du film ..... 5
Mots clés ..... 5
Découpage du film ..... 6
**PRÉCISIONS ..... 7**
Sur la forme ..... 7
Sur le fond ..... 7
**INTÉRÊTS PÉDAGOGIQUES ..... 8**
**INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES ..... 9**
Histoire et perspectives ..... 9
Pour approfondir ..... 10
À voir ..... 12
Documentation ..... 12
Index ..... 13
In situ, Encyclopédie audiovisuelle des sciences et des techniques ..... 16

scéren [CNDP]

# PRÉSENTATION DE LA VIDÉO

## Générique

**Auteurs :** Christine Schaaf ; Jean-Louis Klein ; Marc Schwebel.

**Réalisateur :** Pierre Bischoff, sous la coordination de François Mangenot.

**Conseillers scientifiques :** André Schaaf ; Hubert Whitechurch ; Jeannot Trampert.

**Comité scientifique :** Jean-Michel Berard, inspecteur général de physique ; Jacques Bodineau, ENS Cachan ; Paul Caro, délégué aux affaires scientifiques, CSI La Villette ; Jean-Yves Daniel, inspecteur général de physique ; Jean Defer, professeur de physique, IUFM d'Auteuil ; Francis Delineau, directeur CETAP-EDF ; Josette Fournier, professeur de chimie, IUT d'Angers ; Paul Gaillard, directeur de l'enseignement pédagogique, UTC Compiègne ; Rodolphe Legendre, directeur adjoint du CRDP de Strasbourg ; Pierre Joubert, professeur de physique appliquée, ENS de Cachan ; Robert Larue, inspecteur général, sciences de la vie et de la Terre ; Jean-Michel Lefour, professeur de chimie, École polytechnique ; Gérard Mary, professeur de physique, UFR sciences de Reims ; Marie-Christine Milot, DISTNB, ministère de l'Éducation nationale ; Hélène Ormières, DISTNB, ministère de l'Éducation nationale ; Jacques Pevet, DFP, EDF ; Francis Rumpf †, ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche ; Jacqueline Tinnès, présidente de l'Union des physiciens ; Jean Ulysse, président de l'Association des professeurs de biologie-géologie.

**Entreprises et organismes :** ambassade des États-Unis en France, service de presse ; Institut de physique du Globe de Strasbourg ; J.H. Woodhouse et A.M. Dziewonski ; crédits images CNRS audiovisuel ; agence France Presse ; ELF ; IFREMER ; ENERGY FILM LIBRARY ; ministère de l'Intérieur ; Sécurité civile ; CRDP de Strasbourg ; Jean-Clauve Sevette ; lycée Clémenceau de Nantes ; professeur Coudray, doyen de la faculté des sciences, université de la Réunion ; Messieurs Omez et Perier, ingénieurs à la DDE de la Réunion ; Monsieur Solage, directeur du BRGM de la Réunion ; Messieurs Ricard, géochimiste, et Rachelery, vulcanologue, directeur de l'Observatoire vulcanologique

de La Fournaise ; Monsieur Haurie, géologue ; Maison du volcan, région Réunion ; RFO Réunion ; Sécurité civile, préfecture de La Réunion.

Pour les films *Métamorphisme* et *Activité interne de la planète* :

• les auteurs : Sylvie Nicol ; François Haubertin ;

• la réalisation et les images : François Haubertin ;

• l'assistante de production : Jocelyne Fouché ;

• l'infographiste : Jean-Paul Kerbart ; la voix : Emmanuelle Rossignol ; la musique : Loïc Gourvennec.

Pour le film *Tectonique des plaques* :

• les auteurs : Gérard Bonhoure ; Jean-Claude Sibuet ;

• le réalisateur : Pierrick David ;

• les infographistes : Guillaume Redois (2D) et Morgan Reitz (3D).

Pour les films *Volcans* et *Risques naturels* :

• l'auteur et réalisateur : Gérard Thiault ;

• la prise de vue : Jean-Pierre Vial ; la prise de son et le montage : Serge Soubaya ; l'infographie : Alix Vienne ;

• l'assistante de production et la voix off : Isabelle Lochet.

**Durée :** 03 min 57 s

# In situ, mode d'emploi

Chaque commentaire vous apporte de nombreuses informations importantes organisées selon les rubriques suivantes :

- Découpage : les temps indiquent les débuts des séquences.
- Objectifs : ce que vous apprenez avec ce film.
- Précisions :
  - sur la forme : pour mieux utiliser les quatre minutes ;
  - sur le fond : quelques explications sur certains choix des auteurs.
- Intérêts pédagogiques : un tableau pour connaître les niveaux (classes), les correspondances avec les programmes scolaires, le type d'utilisation en classe et surtout les points forts à développer.
- Informations complémentaires :
  - histoire et perspectives : un peu d'histoire des sciences ;
  - pour approfondir : des explications scientifiques et des schémas pour mieux comprendre le film ou pour aller plus loin ;
  - à voir : c'est l'arborescence, les films de l'encyclopédie qui sont directement liés au sujet.
- En fin de livret, un index vous permettra de connaître le film qui traite du mot clé que vous cherchez.

# CONTENUS

## Disciplines, classes et programmes

### Quatrième

*SVT*

### Première S

*SVT*

### Textes de référence

Ministère de l'Éducation nationale, « Programmes des enseignements de mathématiques, de physique-chimie, de sciences de la vie et de la Terre, de technologie pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège. » [en ligne], *Bulletin officiel spécial* n° 6 du 28 août 2008 [Page consultée le 11 mai 2009].

Ministère de l'Éducation nationale, « Sciences de la vie et de la Terre en classe de première de la série scientifique », *Bulletin officiel de l'Éducation nationale* [En ligne], hors-série n° 6 du 29 août 2002. [Page consultée le 15 mai 2009].

## Objectifs du film

- Présenter l'origine d'un foyer sismique.
- Présenter la détermination d'un épicentre et de la magnitude.
- Relier les séismes à la tectonique des plaques.

## Mots clés

- Séisme.
- Tectonique.
- Épicentre.
- Foyer sismique.
- Faille.

# Découpage du film

**00 min 10 s :** Contexte : Les effets des tremblements de terre.

**00 min 55 s :** Explication : Origine d'un séisme.

**01 min 47 s :** Propagation des ondes sismiques – Magnitude.

**02 min 10 s :** Application : Répartition des épicentres des séismes et limite des plaques.

# PRÉCISIONS

## Sur la forme

Des séquences filmées montrent le déroulement d'un séisme sur la côte ouest américaine. Des animations expliquent l'origine d'un séisme et définissent des termes fondamentaux.

On présente des cartes de zones à risques.

## Sur le fond

Des définitions importantes sont données (foyer, épicentre, magnitude). Une relation est faite entre séismes et tectonique des plaques.

# INTÉRÊTS PÉDAGOGIQUES

Tableau 1 – Intérêts pédagogiques en fonction des niveaux disciplinaires

| Niveau | Thèmes de la leçon | Types d'utilisation | Points forts à développer |
|---|---|---|---|
| 4e SVT | Étude des séismes | Compréhension | • Définitions (magnitude, foyer, épicentre)<br>• Répartition des séismes à la surface du globe |
| 1re S SVT | Les apports de la séismicité | Révision des acquis | • Séismicité et tectonique des plaques |

# INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

## Histoire et perspectives

### La sismologie historique

Les séismes, calamités naturelles souvent violentes et propres à frapper l'imagination, sont relatés depuis les temps les plus reculés.

La Bible fait référence à plusieurs tremblements de terre (durant le séjour de Moïse sur le mont Sinaï, puis lors de la destruction de Sodome et Gomorrhe vers 1900 ans av. J.-C.).

En Chine, les premières descriptions remontent au VII$^{e}$ siècle av. J.-C. et se sont poursuivies jusqu'à nos jours.

Le Japon dispose de la liste des séismes depuis l'an 1600 de notre ère.

Les régions Balkaniques possèdent des archives couvrant dix-sept siècles de séismes.

En Amérique du Nord, les observations ont commencé au XVI$^{e}$ siècle.

En France, malgré une séismicité modérée, les témoignages anciens abondent. Leur dépouillement systématique a été entrepris par les Pr. E. et J.-P. Rothe (Bureau Central de Sismologie) à partir de chroniques, d'archives, de manuscrits, de journaux et de publications.

Ce travail a permis de rédiger une anthologie de la séismicité de la France (B. Cadiot, Delaunay, J. Vogt), qui couvre toute la période historique depuis l'an 800 et donne, région par région, la liste des principaux événements, leurs effets et leur intensité d'après l'échelle MKS. Le B.R.G.M. poursuit actuellement ces recherches. Ces études de sismologie historique sont indispensables pour connaître l'activité sismique des continents, notamment dans les zones stables où les données de la sismologie instrumentale sont peu nombreuses et couvrent une période limitée. Elles permettent, en particulier, de prévoir les zones où l'on peut craindre un séisme destructeur.

### Vers la prévision des séismes

Voir la partie *Risques naturels.*

# Pour approfondir

## Les différents types de séismes

Tout séisme est un mouvement bref du sol qui a comme origine une brusque rupture des roches de la lithosphère. Elle survient très localement et se produit le long d'une faille, surface au niveau de laquelle les couches de terrain peuvent glisser de part et d'autre à la suite de contraintes. Ces dernières sont localisées principalement dans des zones limitées de l'écorce terrestre : les frontières des plaques (dorsales océaniques, où les plaques naissent, zones de subduction où elles s'affrontent, l'une plongeant sous l'autre, et failles transformantes, le long desquelles elles coulissent).

Dans ces zones, les deux plaques en contact présentent des mouvements relatifs de sens opposés de quelques centimètres par an. Le glissement des deux compartiments est d'abord bloqué par la pression et les forces de friction. Les tensions s'accumulent jusqu'à la valeur de rupture des roches. Après la cassure, les deux compartiments subissent un rejet. L'énergie libérée lors de la rupture se dissipe sous forme de chaleur (70 %), le reste se propage sous forme d'ondes élastiques. Ce type de séisme, le plus fréquent, est appelé séisme tectonique. Certains peuvent se produire en dehors des frontières de plaques, là où subsistent des zones de failles (fossés d'effondrement).

Les séismes volcaniques se produisent lors de la montée du magma dans une cheminée et à l'occasion des phénomènes explosifs accompagnant certaines éruptions.

On connaît également des séismes d'effondrement dus à l'écoulement de cavités.

## L'intensité des séismes

Elle s'établit non pas à partir des enregistrements des mouvements du sol, mais par l'évaluation des dégâts causés aux habitations, des perturbations à la surface du sol et des réactions des animaux. Une échelle à dix degrés a été proposée en 1880 par Rossi et Forel. Plus précise, l'échelle à douze degrés de Mercalli a été modifiée à plusieurs reprises (en 1931 et en 1956) pour servir aux règles de

construction aux États-Unis. Une autre échelle, adaptée aux constructions européennes, dite MKS, a été élaborée en 1956. Elle est de plus en plus utilisée. Elle a subi une mise à jour pour devenir l'échelle EMS (échelle macrosismique européenne) en 1992.

Intérêt de ce type d'échelle d'intensités :

- elles sont utilisables en toutes régions habitées, dont beaucoup ont été dépourvues de sismomètres jusqu'à une époque récente ;
- elles permettent d'utiliser les archives historiques, fondées sur ce type de description ;
- elles permettent de dresser des cartes à partir de réponses aux questionnaires distribués à la population à la suite d'un séisme. Les zones d'égale intensité sont délimitées par des courbes dites isoséistes, l'épicentre étant situé dans l'aire circonscrite par l'isoséiste de plus forte intensité. En comparant ces tracés avec les cartes géologiques correspondantes, on peut observer la corrélation entre l'intensité des secousses (et donc des dégâts) et la nature lithologique du sous-sol : les anomalies du tracé des isoséistes reflètent l'influence de la nature du sous-sol sur la propagation des ondes. Dans l'exemple du séisme de Provence, les villages bâtis sur des terrains mous, comme la molasse miocène, ont été beaucoup plus endommagés que ceux construits sur le calcaire. L'allongement E-W des isoséistes peut être mis en relation avec des failles tirées selon cette direction, et susceptibles de rejouer.

## La magnitude des séismes

### *Échelle de Richter*

Beaucoup de tremblements de terre surviennent dans des régions inhabitées ou en plein océan. Pour évaluer et comparer l'intensité des séismes en toutes régions, il faut disposer d'une échelle indépendante des témoignages humains et des effets sur les constructions. À partir des travaux de Wadati au Japon (en 1931), Charles Richter élabora en 1935 une échelle quantitative des magnitudes fondée sur la quantité d'énergie libérée lors d'un séisme. Cette technique requiert la présence de sismomètres, puisque la magnitude est déduite de l'amplitude des ondes sismiques relevées sur les enregistrements en fonction de la distance à l'épicentre. Les intensités variant de façon considérable, il en est de même de l'amplitude des ondes. Il est donc

indispensable de comprimer cette échelle. La magnitude est donc exprimée par le logarithme décimal de l'amplitude maximale des ondes de volume (en µ) enregistrée sur un sismographe à 100 km de l'épicentre. La magnitude augmente d'une unité quand l'amplitude croît de 10 fois. Il faut tenir compte de la profondeur du foyer, du type d'onde, du type de sismographe et de la nature du sous-sol de la station. Les dégâts surviennent pour les magnitudes supérieures à 5. La magnitude la plus forte observée est de 8,7. Cette échelle, fondée sur des lois physiques, a été adoptée par tous les géophysiciens et ingénieurs. Mais elle intéresse aussi le grand public.

*Échelle de magnitude de moment (M)*

C'est l'échelle la plus précise pour évaluer l'intensité des séismes. Elle a été élaborée par Hiroo Kanamori et Thomas Hanks. Elle prend en compte le glissement de la roche sur le plan de faille, et consiste à évaluer le moment sismique (intensité du couple des deux forces opposées qui provoquent la rupture). C'est le produit de l'aire de la zone de fracture par le déplacement moyen du sol le long de la fracture et par la rigidité de la roche. M est proportionnelle au logarithme de ce moment.

## À voir

- Risques naturels.
- Sismographe.

## Documentation

ULYSSE J. (dir.), *Comprendre et Enseigner la planète Terre*, Ophrys, 2003.

# Index


| Mots clés | Films (volume 1 ou volume 2 de cette série) |
|---|---|
| Affleurements | Carte géologique |
| Aléas | Risques naturels |
| Altération chimique | Érosion terrestre |
| Argiles | Sédiments et roches |
| Calcaires | Érosion terrestre/sédiments et roches |
| Carottage | Forage |
| Chambre magnétique | Volcans |
| Collisions | Tectonique des plaques |
| Cône volcanique | Volcans |
| Convection | Activité interne de la planète |
| Courants de convection | Tomographie sismique |
| Cristallisation | Sédiments et roches |
| Cristaux | Microscope polarisant |
| Croûte | Sismographe/tectonique des plaques |
| Datation | Carte géologique/forage |
| Déclinaisons magnétiques | Boussole |
| Déforestation | Érosion terrestre |
| Derrick | Forage |
| Dorsales | Tectonique des plaques |
| Échanges thermiques | Activité interne de la planète |
| Environnement | Carte géologique |
| Épicentre | Tremblements de terre |
| Érosion mécanique | Érosion terrestre |
| Éruption | Volcans |
| Faille | Satellites et géologie/carte géologique/tremblements de terre |
| Filtre polarisant | Microscope polarisant |
| Fossiles | Sédiments et roches |
| Foyer sismique | Tremblements de terre |
| Gisements | Ressources du sous-sol |
| Gneiss | Métamorphisme |
| Gradient géothermique | Forage |
| Granite | Érosion terrestre |
| Hautes pressions | Métamorphisme |
| Hautes températures | Métamorphisme |
| Images satellitales | Satellites et géologie |
| Inversions magnétiques | Boussole |
| Isotropie | Microscope polarisant |
| Lave | Volcans |
| Lithosphère | Tectonique des plaques/activité interne de la planète |
| Lumière polarisée | Métamorphisme, microscope polarisant |

| Mots clés | Films (volume 1 ou volume 2 de cette série) |
|---|---|
| Magma | Volcans |
| Magmatismes | Tectonique des plaques |
| Magnétisme terrestre | Boussole |
| Magnétosphère | Boussole |
| Manteau terrestre | Volcans/sismographe/tectonique des plaques/activité interne de la planète |
| Minéralogie | Microscope polarisant |
| Minéraux métamorphiques | Métamorphisme |
| Noyau | Sismographe/activité interne de la planète |
| Ondes de cisaillement | Sismographe |
| Ondes de compression | Sismographe |
| Ondes sismiques | Tomographie sismique |
| Orbite | Satellites et géologie |
| Pendage | Carte géologique |
| Pétrole | Ressources du sous-sol |
| Plaques | Tomographie sismique |
| Plis | Carte géologique |
| Pôle magnétique | Boussole |
| Radioactivité | Activité interne de la planète |
| Réfringence | Microscope polarisant |
| Ressources minérales et énergétiques | Ressources du sous-sol |
| Risques | Risques naturels |
| Roches | Ressources du sous-sol |
| Sables | Sédiments et roches |
| Schistes | Métamorphisme |
| Séismes | Tremblements de terre/tomographie sismique/tectonique des plaques |
| Subduction | Tectonique des plaques |
| Tectonique | Satellites et géologie/tremblements de terre |
| Télédétection | Satellites et géologie |
| Trépan | Forage |
| Verre | Microscope polarisant |

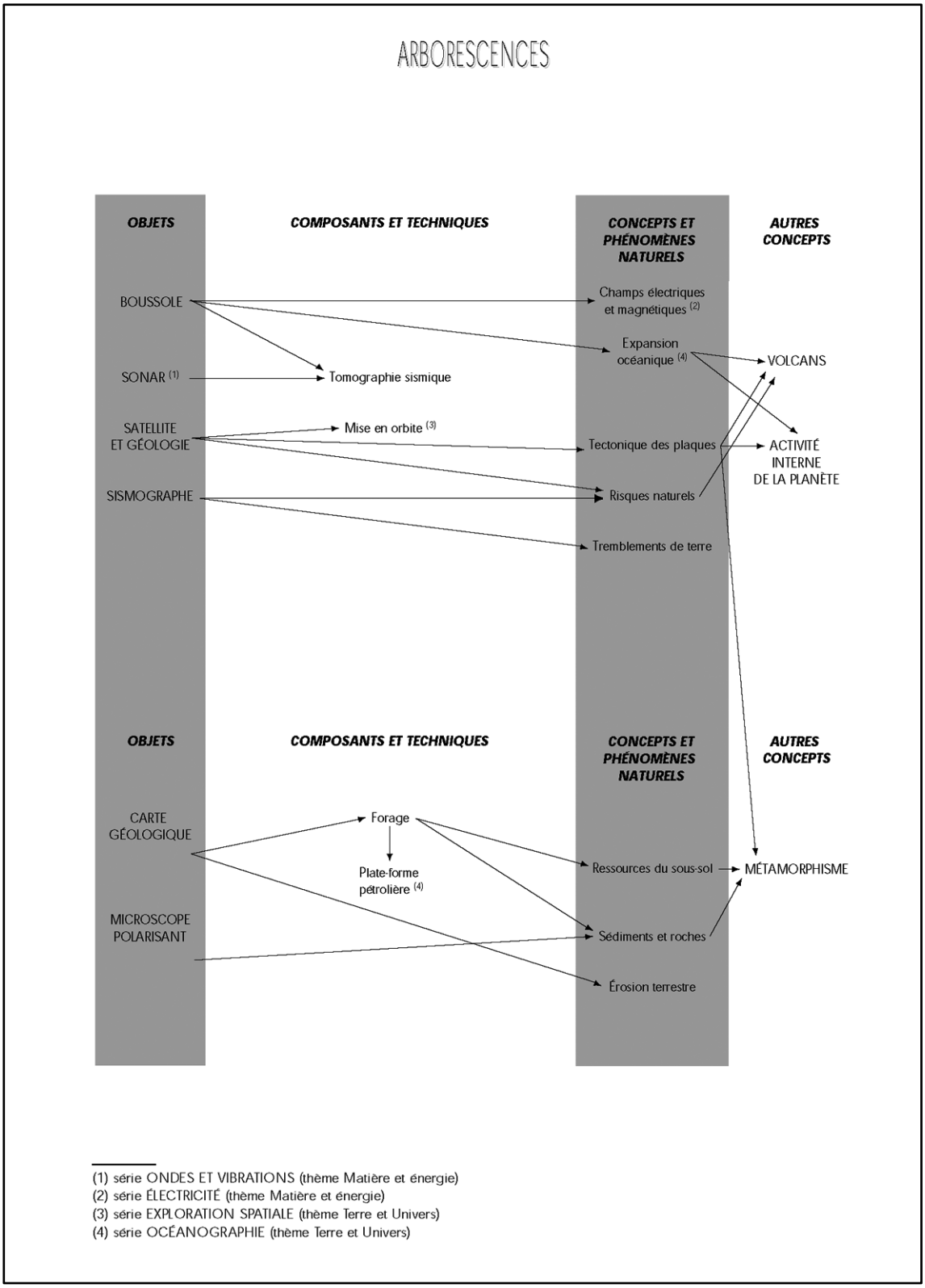


Figure 1 – Arborescences de la vidéo

# In situ, Encyclopédie audiovisuelle des sciences et des techniques

À l'heure de la communication, la technologie apparaît dans tous les domaines (industrie, environnement, santé, recherche… et confort de l'Homme). De nombreux appareils font partie intégrante de notre quotidien, à tel point que nous ne les remarquons même plus ! Des découvertes très importantes ou des phénomènes naturels nous sont souvent rapportés, sans que nous puissions en mesurer la véritable portée par manque d'information. Un vocabulaire propre à la description de ces éléments, ou événements, peut pourtant être compris et utilisé par quiconque.

L'encyclopédie audiovisuelle des sciences et des techniques a donc été conçue pour tout esprit curieux qui souhaite en savoir plus sur tout ce qui l'entoure. Pour un sujet, un film explique la signification des termes ou mots clés qui s'y rapportent. Chacun d'eux est donc une entrée à la compréhension et à l'apprentissage des sciences et des techniques, qu'elles appartiennent au passé, au présent ou au futur.

Chaque film, de 3 à 4 minutes, est donc conçu pour explorer, expliquer les mots clés, à travers un objet, une technique ou un concept scientifique. Ainsi, chaque titre propose :

- des rappels ;
- des définitions ;
- des explorations pour mieux comprendre un fonctionnement ;
- des animations pour représenter des phénomènes complexes ;
- des découvertes et des applications ;
- un historique (sauf pour quelques titres) ;
- un renvoi aux autres films de l'encyclopédie directement liés au sujet.

Tous les films ont été mis au point par une équipe composée de chercheurs, techniciens et pédagogues. À terme, la collection comprendra 310 films. Leur principe de base : l'utilisateur doit pouvoir accéder à l'information scientifique par différents mots clés qui correspondent soit à un objet, soit à un composant, soit à un concept. (*cf.* les arborescences, p. 15 et p. 17). Pour chaque série, un index regroupe tous les mots clés avec le(s) film(s) correspondant(s).

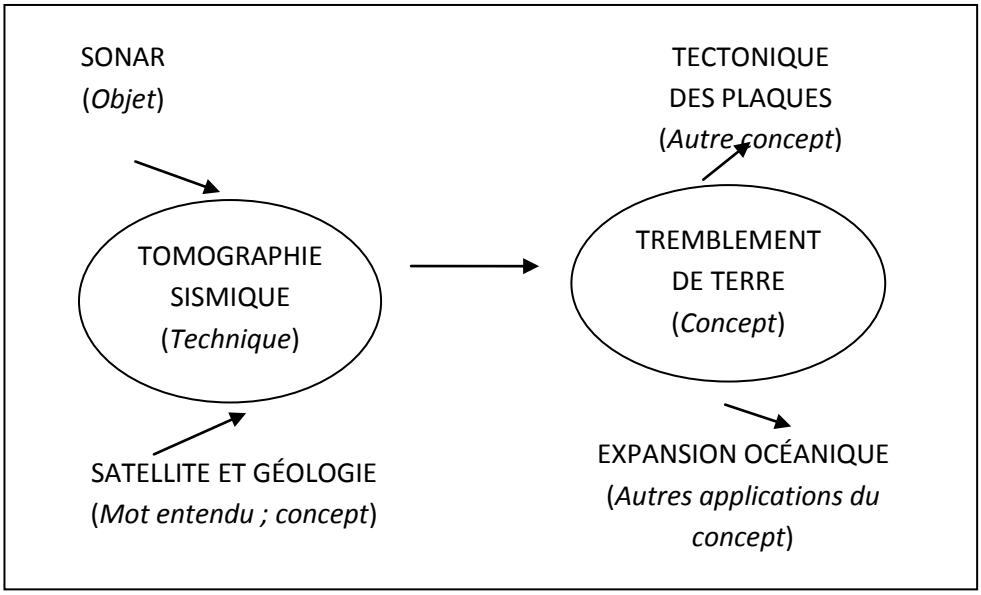


Figure 2 - Exemple d'arborescences de l'Encyclopédie audiovisuelle des sciences et techniques

*Vous trouverez la bibliographie*
*dans l'espace « Ressources réservées aux abonnés »,*
*dans la rubrique « Ressources complémentaires »*

Livret rédigé par Thérèse Moreau, Bernard Msihid,
sous la direction de Guy Simonin, de Jacques Bosc et de Roger Foucher
© Hachette-Livre, 1997/CNDP, 1997
Références aux programmes actualisées par Stéphanie Flaesch
© SCÉRÉN-CNDP, 2009
Tous droits d'exploitation et de reproduction réservés au CNDP et à Hachette.